

On se propose de synthétiser le N-phénylbenzamide $C_6H_5NHCOC_6H_5$ à l'aide du protocole suivant : dans un ballon de 100 mL contenant un barreau aimanté, on ajoute 13,0 g de chlorure de N-phénylammonium $C_6H_5NH_3Cl$, 11,7 mL de chlorure de benzoyle C_6H_5COCl et suffisamment de toluène afin d'avoir un volume total de 50 mL. Le ballon est équipé d'un réfrigérant à eau sur lequel est adapté un dispositif permettant de piéger le gaz libéré lors de la réaction chimique. Le mélange est porté au reflux à l'aide d'un agitateur chauffant et d'un bain d'huile. Après trois heures de chauffage, le dégagement de chlorure d'hydrogène a cessé. Le mélange est refroidi puis le toluène est éliminé à l'aide d'un montage de distillation. Le solide restant dans le ballon est purifié grâce à une recristallisation utilisant un mélange éthanol-eau. Le point de fusion du produit pur est de $162^\circ C$. 11,2 g de produit purifié sont isolés.

D'après S.A. Shama, T.L. Tran, *Journal of chemical education*, 1978, 816.

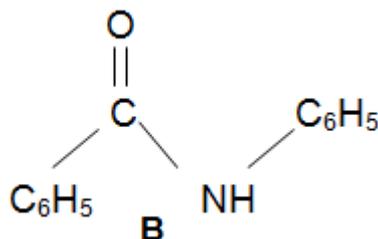
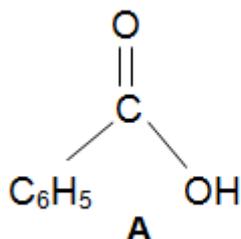
Les espèces chimiques ne sont pas en solution aqueuse mais elles sont solvatées dans un solvant organique.

Données :

$\rho_{C_6H_5COCl} = 1,21 \text{ g.cm}^{-3}$	$M_H = 1,0 \text{ g.mol}^{-1}$	$M_C = 12,0 \text{ g.mol}^{-1}$	$M_{C_6H_5COCl} = 140,5 \text{ g.mol}^{-1}$
$M_O = 16,0 \text{ g.mol}^{-1}$	$M_N = 14,0 \text{ g.mol}^{-1}$	$M_{Cl} = 35,5 \text{ g.mol}^{-1}$	$M_{C_6H_5NH_3Cl} = 129,5 \text{ g.mol}^{-1}$

Espèce chimique	Solubilité à chaud dans mélange éthanol-eau	Solubilité à froid dans le mélange éthanol-eau	Solubilité dans le toluène
N-phénylbenzamide $C_6H_5NHCOC_6H_5$	Soluble	Insoluble	Soluble
Chlorure de N-phénylammonium $C_6H_5NH_3Cl$	Soluble	Soluble	Soluble
Acide benzoïque C_6H_5COOH	Soluble	Soluble	Soluble

1) Recopier les molécules suivantes sur votre copie puis entourer et reconnaître les groupes caractéristiques acide carboxylique et amide :



2) Quels sont les avantages d'un chauffage à reflux ?

3) Donner le rôle du toluène en utilisant le tableau fourni à la fin de l'exercice.

4) Calculer la quantité de matière de chlorure de benzoyle $\text{C}_6\text{H}_5\text{COCl}$. On notera cette valeur n_1 .

5) Calculer la quantité de matière de chlorure de N-phénylammonium $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3\text{Cl}$. On notera cette valeur n_2 .

6) Compléter tableau d'avancement ci-dessous et déterminer la valeur de l'avancement maximal x_{max} .

	$\text{C}_6\text{H}_5\text{COCl} + \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3\text{Cl} = \text{C}_6\text{H}_5\text{CONHC}_6\text{H}_5 + 2 \text{HCl}_{(\text{g})}$			
État initial	n_1	n_2		
État intermédiaire				
État final si la transformation est totale				

7) Trouver la masse maximale de N-phénylbenzamide $\text{C}_6\text{H}_5\text{NHCOC}_6\text{H}_5$ qu'il est possible d'obtenir et en déduire le rendement la transformation chimique.

8) Le solide restant dans le ballon, avant la purification par recristallisation, est composé d'un mélange de N-phénylbenzamide $\text{C}_6\text{H}_5\text{NHCOC}_6\text{H}_5$, de chlorure de N-phénylammonium $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3\text{Cl}$ et d'acide benzoïque $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$.

Expliquer le principe de cette recristallisation.

9) Le point de fusion permet de connaître la pureté d'une espèce chimique. À la fin de la recristallisation, la température de fusion mesurée pour le produit est de 162°C . Conclure sur sa pureté en utilisant le texte encadré en début du sujet.

10) Citer une autre méthode permettant d'estimer la pureté d'un produit de synthèse.